动 物 学 研 究 2006，Oct. 27 (5)：495－504 CN 53－1040/Q ISSN 0254－5853
Zoological Research

哀牢山国家级自然保护区南华片三种雉类春季取食地利用比较

李 伟[1]，周 伟[1,*]，张兴勇[1]，曹 明[1]，张仁功[2]

（1. 西南林学院 保护生物学学院，云南 昆明 650224；2. 云南省楚雄州自然保护区管理局，云南 楚雄 675000）

摘要：探讨亲缘关系密切、营养关系相似的物种间的共存机制，是群落生态学的研究热点之一。研究结果有助于了解同域物种的资源利用特点和分化方式，对于地区生物多样性的保育工作亦具有指导意义。黑颈长尾雉（*Syrmaticus humiae*）、白鹇（*Lophura nycthemera*）和红喉山鹧鸪（*Arborophila rufogularis*）为哀牢山国家自然保护区南华片区同域分布的3种雉类，它们亲缘关系较近，食性相似。比较三者春季取食地18个生态因子生态位宽度和重叠指数，结果显示，黑颈长尾雉广适性（生态位宽度值>0.8）的取食地因子最少（1个），专一性（生态位宽度<0.8）因子最多（4个）；白鹇居中（3个和2个）；红喉山鹧鸪与黑颈长尾雉恰好相反（6个和0个）。黑颈长尾雉与白鹇生态位重叠指数≥0.5的因子数（5个）多于黑颈长尾雉与红喉山鹧鸪的（2个）和白鹇与红喉山鹧鸪的（4个）；灌木层盖度、草本层盖度和种子密度的生态位重叠指数在3种雉类间均较大。单因素方差分析结果表明，3种雉类在坡向、乔木密度、草本层盖度、种子密度和土壤动物等5个因子均无差异；在距空旷地距离、距道路距离和灌木层盖度等3个因子均有差异；而其余因子则是在不同的两个物种之间有差异。主成分分析结果显示，黑颈长尾雉取食地前7个主成分的累计信息量达85.6%，白鹇的前6个达86.0%，红喉山鹧鸪的前5个达79.0%。影响这三种雉类取食地选择的因子主要集中于前3个主成分。3种雉类间取食地因子差异状态呈镶嵌分布，意味着种间生态位呈分化状态。各物种优先选择的因子组合不同，各因子的重要程度亦不一。

关键词：黑颈长尾雉；白鹇；红喉山鹧鸪；取食地比较；哀牢山国家自然保护区
中图分类号：Q959.725.08 **文献标识码：**A **文章编号：**0254－5853(2006)05－0495－010

Spring Foraging Sites of Three Pheasants at Nanhua Part in Ailaoshan National Nature Reserve

LI Wei[1], ZHOU Wei[1,*], ZHANG Xing-yong[1], CAO Ming[1], ZHANG Ren-gong[2]

(1. *Faculty of Conservation Biology*, *Southwest Forestry College*, *Kunming*, *Yunnan* 650224, *China*;
2. *Nature Reserve Management Bureau of Chuxiong Prefecture*, *Chuxiong*, *Yunnan* 675000, *China*)

Abstract: Researching the mechanisms between species with close relationships or similar trophic levels that allow them to coexist is a central issue of community ecology. The study results are helpful to identify resource use traits and niche differentiation of sympatric species and to the biodiversity conservation of a region. *Syrmaticus humiae*, *Lophura nycthemera* and *Arborophila rufogularis* are sympatric species at Nanhua part in the Ailaoshan National Nature Reserve. Their relationship is genetically closed and their trophic niche is similar. Comparing trophic niche breadth and overlapping index for 18 ecological factors of spring foraging site among the three pheasants, the results showed that *S. humiae* held the least eurytopic factors (value of trophic niche breadth bigger than 0.8) (one factor) and the most stenotopic factors (its value less than 0.8) (four factors) of the three pheasants. *L. nycthemera* held three eurytopic and two stenopic factors, while *A. rufogularis* showed the reverse of *S. humiae* with six eurytopic and no stenotopic factors respectively. There were five factors with a high degree overlap in the niche overlapping index between *S. humiae* and *L. nycthemera*, while there were only four factors between *S. humiae* and *A. rufogularis* and two between *L. nycthemera* and *A. rufogularis*. Of the overlapping factors, shrub coverage, leaf litter coverage and seed density were common with a high degree overlap in the niche overlapping index among the three pheasants. The results of a one-way ANOVA indicated that five factors (aspect,

* 收稿日期：2006－06－13；接受日期：2006－08－09
基金项目：国家重点基础研究发展计划（"973"计划）项目（2003CB415100）
* 通讯作者（Corresponding author），E-mail：weizhou@public.km.yn.cn

tall tree density, herb coverage, seed density and density of edaphic animal) were not significant, while distance to open fields, distance to road and shrub coverage were significant for the three pheasants. Other factors were significant between any two species. The results of a principal component analysis showed that the cumulative percentage is 85.6% in the first 7 principal components for *S. humiae*, is 86.0% in the first 6 principal components for *L. nycthemera* and is 79.0% in the first 5 principal components for *A. rufogularis*. Factors affecting the selection of foraging sites in the three pheasants concentrate in the first 3 principal components. The factors difference of foraging sites among the three pheasants showed a state of mosaic, which meant that there was a separation of niches among the three species. The factor combination of each species prior selection was different as well the importance of each factor was also different.

Key words: *Syrmaticus humiae*; *Lophura nycthemera*; *Arborophila rufogularis*; Comparison of foraging site; Ailaoshan National Nature Reserve

同域分布物种间至少应在一个生态位维度上出现资源利用分离，才能避免种间竞争(Munday et al, 2001; Bagchi et al, 2003; Denoel et al, 2004; Siemers & Schnitzler, 2004; Tschapka, 2004)。然而，多数情况下很难确定生态位分化模式是由于种间竞争导致，还是仅仅由于在不同地区发生的不同进化结果(Pianka, 1981; Pfennig & Murphy, 2003)。同域分布物种对资源利用的差异是进化所致还是生态因子所致，对此一直存在争议。但很多学者都认为，一旦确定同域分布的动物在资源利用上存在差异，就说明其在资源利用上出现了分化，从而为同域物种的共存和该地区生物多样性的丰富创造了条件(Tilman, 1982; Svenning, 1999; Fox, 2004)。特别是当资源缺乏时，同域物种间会产生一系列生态位分化策略(May, 1973; Chesson & Huntly, 1997),如通过取食地的分离，及取食食物类型和大小的分化等，以减少种间生态位的重叠(Garcia & Arroyo, 2005)。

黑颈长尾雉(*Syrmaticus humiae*)为中型珍稀雉类，为鸡形目中的近危种(NT)(IUCN, 2006)，属国家Ⅰ级保护动物；在中国仅分布于云南和广西西部，属于 *burmanicus* 亚种(MacKinnon et al, 2000)；在国外分布于印度阿萨姆邦、缅甸北部、泰国北部(Zheng & Wang, 1998)。白鹇(*Lophura nycthemera*)为中大型珍稀雉类，属国家Ⅱ级保护动物；世界上有15个亚种，分布于中国、东南亚以及南亚的部分地区；我国境内共有9个亚种，广泛分布于南方各省山地林区，其中分布于云南的白鹇属于 *rufipes* 亚种(MacKinnon et al, 2000)。红喉山鹧鸪(*Arborophila rufogularis*)为小型珍稀鹑鸡类，在中国分布于西藏东南部和云南省的西部和南部，国外分布于印度、缅甸、老挝、越南南部和尼泊尔(Zheng & Wang, 1998)。这三种鸟类均为地栖性雉类，亲缘关系较近，以植物性食物为主(Lu, 1991)。

探讨亲缘关系密切且营养关系相似的物种间的共存机制是群落生态学中的主要研究课题之一(Begon et al, 1990)。然而，由于我国鸟类群落生态学研究起步较晚，同域分布鸟类的种间关系和生态位研究仅见于红腹角雉(*Tragopan temminckii*)、啄木鸟、鹭和鹟莺类等类群(Zhang et al, 1997; Gao et al, 1997; Zhu et al, 1998; Zhou et al, 2000)。此次调查选择哀牢山国家级自然保护区南华片区同域分布的黑颈长尾雉、白鹇和红喉山鹧鸪三种雉类为研究对象，以探讨它们取食地利用特点、生态位重叠与分化方式和机制。研究结果可丰富群落生态学的相关理论，同时可对保护区珍稀雉类生境管理提供基础数据。

1 研究地点与方法

1.1 研究地概况

哀牢山国家级自然保护区南华片区(原云南省大中山自然保护区)以保护亚热带中山湿性常绿阔叶林森林生态系统为主要目标。该地区具有云南亚热带北部与亚热带南部过渡区特征和典型的山地气候特点。保护区位于楚雄州南华县西南(100°44′28″—100°57′42″E, 24°43′32″—25°01′10″N)，总面积25 327 hm^2，呈西北—东南走向，东西宽22.5 km，南北长31.5 km。主要有3个植被带，即海拔1 500 m以下为河谷云南松林及稀树灌丛林;海拔1 500—2 400 m为半湿润常绿阔叶林及云南松林带；海拔2 400—2 714 m为中山湿性常绿阔叶林。保护区记录有黑颈长尾雉、绿孔雀(*Povo muticus*)、白鹇、原鸡(*Gallus gallus*)、白腹锦鸡(*Chrysolophus amherstiae*)、红腹角雉、环颈雉(*Phasianus colchicus*)、环颈山鹧鸪(*Arborophila torqueola*)和红喉山鹧鸪等9种雉类(Wang, 2000)；但在研究区内仅发现黑颈长尾雉、白鹇和

红喉山鹧鸪 3 种同域分布雉类。

1.2　取食地调查

野外工作时间为 2005 年 3 月 11 日—4 月 16 日，其中 2005 年 3 月 12 日—3 月 20 日为预观察期。预观察内容涉及研究地中黑颈长尾雉、白鹇和红喉山鹧鸪的分布范围、生境类型、活动时间和痕迹识别（取食痕迹、羽毛和粪便）。预观察发现，黑颈长尾雉取食痕迹为狭长形坑，坑深 4—6 cm；粪便为黑色锥状螺旋体，粗大一端附有白色尿酸结晶物。白鹇取食痕迹为锥形坑，坑深一般在 7 cm 以上；粪便多呈柱状体，不显螺旋状，体积较黑颈长尾雉的大，白色尿酸结晶物较多，附于粪便表面，其余部分为黑色。红喉山鹧鸪无取食坑，仅拨开落叶层取食，为片状取食痕迹；粪便呈微螺旋状，体积相较最小，白色尿酸结晶物覆盖大部分粪体。

了解 3 种雉类的分布信息后，结合保护区地图，在它们的活动区域内设 3 条不同海拔的水平样线（海拔 2 300、2 400 和 2 500 m），样线长 4—6 km/条。于雉类早晚活动高峰期(6:30 - 9:30；17：00—19：00）内行走样线，观察和记录样线两侧的雉类和活动痕迹。以直接观察到雉类取食，或搜寻到雉类的活动痕迹（取食痕迹、粪便、羽毛），确定是何种雉类的取食地。

参照 Young et al（1991）的方法，以取食痕迹为中心标记大样方（10 m × 10 m）和小样方（1 m × 1 m）各一个。共调查了 15 个黑颈长尾雉取食地样方，各 16 个白鹇和红喉山鹧鸪取食地样方。以大样方作乔木和灌木的生境测度，以小样方作草本、种子和土壤动物的生境测度，共计调查 18 个取食地因子（表 1）。

1.3　数据处理

1.3.1　因子等级划分　将坡向分为阴坡、半阴坡、半阳坡、阳坡；草本层盖度分为两个等级；其他各因子由低到高，由小到大，由近及远均分为 4 个等级（表 1），统计各因子的各等级中每种雉类个体出现的频率。

1.3.2　生态位比较　采用香农 - 威纳（Shannon-Weiner）指数计算 3 种雉鸡取食地因子的生态位宽度，计算公式如下：

$$B_i = -\frac{\sum P_{iy}\lg P_{ij}}{\lg r}$$

式中，$B_i = i$ 种生态位宽度，$P_{ij} = i$ 种利用 j 因子等级的频率，$P_{iy} = i$ 种利用 y 因子等级的频率，r = 生态位的因子等级数。生态位宽度的变化范围从 0 到 1，0 表示没有利用，1 表示对所有等级都有同样利用（Abrams，1980）。

以 Schoener（1968）的生态位重叠指数计算 3 种雉类取食地因子的生态位重叠值，其公式如下：

$$C_{ih} = 1 - \frac{1}{2}\sum\left| P_{ij} - P_{hj} \right|$$

式中，$C_{ih} = i$ 种和 h 种之间的生态位重叠指数，$P_{ij} = i$ 种利用因子 j 等级的频率，$P_{hj} = h$ 种利用因子 j 等级的频率。生态位重叠指数的变化范围从 0 到 1，0 表示不重叠，1 表示完全重叠。

1.3.3　取食地因子及特征比较　为提高数据的正态性，将百分数型因子（乔木层、灌木层、草本层和落叶层盖度）作反正弦函数转换为角度型因子（Heezik & Seddon，1999；Bakaloudis et al，2001）。采用单样本的 Kolmogorov Smirnov Z - 检验分析 18 个数字型因子的正态性（Barbraud et al，2002）。对不符合正态分布的因子做 log 转换后，再做正态性检验（Bakaloudis et al，2001；Fowler et al，1998）。当数据符合正态分布时，做单因素方差分析和主成分分析(Fowler et al，1998；Sun et al，2002；Ding et al，2002)，找出取食地利用差异及影响取食地利用的主要因素。数据处理均在 SPSS 12.0 for Windows 统计软件上完成。

2　结果与分析

研究区共有 4 种主要植被类型，面积最大的为中山湿性常绿阔叶林（2 400—2 714 m），其次为半湿性常绿阔叶林（1 500—2 400 m）和华山松人工林（2 500—2 600 m），落叶阔叶林（2 300—2 400 m）面积最小。野外调查期间，在落叶阔叶林和半湿性常绿阔叶林带中发现黑颈长尾雉和红喉山鹧鸪取食痕迹各 1 个；在中山湿性常绿阔叶林带发现黑颈长尾雉的取食痕迹 14 个，白鹇的 16 个，红喉山鹧鸪的 15 个。在华山松林中未发现这 3 种雉类的活动痕迹。中山湿性常绿林带是它们最主要的取食地类型。

2.1　生态位宽度和重叠值比较

对黑颈长尾雉、白鹇和红喉山鹧鸪取食地 18 个因子的生态位宽度及重叠指数比较，生态位宽度大于 0.8 的因子中，黑颈长尾雉有土壤动物密度 1 个因子；白鹇有距水源、距道路距离和土壤动物密

度 3 个因子；红喉山鹧鸪有坡向、坡度、距耕地距离、乔木密度、灌木密度和灌木层盖度 6 个因子。在生态位宽度小于或等于 0.1 的因子中，黑颈长尾雉有距耕地和水源距离（集中在等级 1 中）、灌木高度（集中在等级 3 中）和种子密度（集中在等级 1 中）4 个因子；白鹇有灌木密度和草本层盖度 2 个因子；红喉山鹧鸪则没有（表 1、表 2）。

在两种雉类的生态位重叠指数大于或等于 0.5，且对应因子的生态位宽度值均小于 0.5 的因子中，黑颈长尾雉与白鹇符合该条件的有距耕地距离、乔木胸径、灌木层及草本层盖度和种子密度 5 个因子；黑颈长尾雉与红喉山鹧鸪有草本层盖度和种子密度 2 个因子；白鹇与红喉山鹧鸪有坡度、灌木层及草本层盖度和种子密度 4 个因子（表 2）。由此可见，灌木层及草本层盖度和种子密度是这 3 种雉类取食地竞争的关键资源。在生态位重叠指数小

表 1　三种雉类在不同取食地因子等级中出现的频率

Tab. 1　Frequency of three pheasants in different factor ranks of foraging habitats

因子 Factor	因子等级 Rank	因子范围 Range	出现频率 Frequency			因子 Factor	因子等级 Rank	因子范围 Range	出现频率 Frequency		
			S	L	A				S	L	A
海拔 AL（m）	1	2 347—2 388	0.06	0.00	0.06	乔木层盖度 TTC	1	0.47—0.58	0.06	0.00	0.00
	2	2 389—2 430	0.14	0.00	0.00		2	0.59—0.70	0.00	0.00	0.06
	3	2 431—2 472	0.60	0.44	0.19		3	0.71—0.82	0.14	0.13	0.75
	4	2 473—2 514	0.20	0.56	0.75		4	0.83—0.94	0.80	0.88	0.19
坡向 AS（°）	阴坡	1—45 316—360	0.14	0.50	0.13	乔木平均高度 AHTT（m）	1	3.8—4.7	0.00	0.06	0.06
	半阴坡	46—90 271—315	0.67	0.31	0.06		2	4.8—5.7	0.14	0.13	0.88
	半阳坡	91—135 226—270	0.14	0.19	0.38		3	5.8—6.7	0.74	0.69	0.00
	阳坡	136—180 181—225	0.06	0.00	0.44		4	6.8—7.7	0.14	0.13	0.06
坡度 SL（°）	1	11—18	0.00	0.00	0.19	灌木密度 SHD（棵/m²）	1	17—44	0.00	1.00	0.19
	2	19—26	0.14	0.63	0.44		2	45—72	0.53	0.00	0.06
	3	27—34	0.67	0.38	0.13		3	73—100	0.47	0.00	0.50
	4	35—44	0.20	0.00	0.25		4	101—128	0.00	0.00	0.25
距耕地距离 DCL（m）	1	99—199	1.00	0.94	0.06	灌木平均高度 AHS（m）	1	1.26—1.55	0.00	0.06	0.06
	2	200—300	0.00	0.06	0.25		2	1.56—1.85	0.00	0.38	0.56
	3	301—401	0.00	0.00	0.25		3	1.86—2.15	1.00	0.56	0.31
	4	402—502	0.00	0.00	0.44		4	2.16—2.45	0.00	0.00	0.06
距水源距离 DSW（m）	1	19—89	1.00	0.06	0.69	灌木层盖度 SC	1	0.06—0.18	0.00	0.25	0.13
	2	90—160	0.00	0.44	0.31		2	0.19—0.31	0.00	0.75	0.06
	3	161—231	0.00	0.25	0.00		3	0.32—0.44	0.14	0.00	0.38
	4	232—302	0.00	0.25	0.00		4	0.45—0.57	0.86	0.00	0.56
距空旷地距离 DOF（m）	1	4—40	0.41	0.00	0.94	落叶层盖度 LLC	1	0.3—0.4	0.20	0.00	0.06
	2	41—77	0.53	0.25	0.06		2	0.5—0.6	0.53	0.63	0.00
	3	78—114	0.06	0.50	0.00		3	0.7—0.8	0.27	0.31	0.38
	4	115—151	0.00	0.25	0.00		4	0.9—1.0	0.00	0.06	0.56
距道路距离 DSR（m）	1	0—10	0.00	0.13	0.38	草本层盖度 HC	1	0.00—0.01	0.80	1.00	0.81
	2	11—21	0.20	0.50	0.44		2	0.02—0.10	0.20	0.00	0.19
	3	22—33	0.53	0.31	0.19						
	4	34—44	0.27	0.06	0.00						
乔木平均胸径 ABDTT（cm）	1	5.6—8.9	0.06	0.00	0.88	种子密度 SD（颗/m²）	1	0—10	1.00	0.94	0.88
	2	9.0—12.3	0.14	0.38	0.06		2	11—21	0.00	0.00	0.06
	3	12.4—15.7	0.80	0.56	0.06		3	22—33	0.00	0.00	0.00
	4	15.8—19.1	0.00	0.06	0.00		4	34—44	0.00	0.06	0.06
乔木密度 TTD（棵/m²）	1	10—28	0.00	0.19	0.13	土壤动物密度 DEA（条/m²）	1	17—29	0.27	0.44	0.44
	2	29—47	0.67	0.00	0.19		2	30—42	0.33	0.31	0.44
	3	48—66	0.27	0.44	0.56		3	43—55	0.27	0.13	0.06
	4	67—85	0.06	0.38	0.13		4	56—68	0.14	0.06	0.06

AL：Altitude；AS：Aspect；SL：Slope；DCL：Distance to cultured land；DSW：Distance to water；DOF：Distance to open field；DSR：Distance to road；ABDTT：Average breast-high diameter of tall tree；TTD：Tall tree density；TTC：Tall tree coverage；AHTT：Average height of tall tree；SHD：Shrub density；AHS：Average height of shrub；SC：Shrub coverage；LLC：Leaf litter coverage；HC：Herb coverage；SD：Seed density；DEA：Density of edaphic animal；S：黑颈长尾雉 *Syrmaticus humiae*；L：白鹇 *Lophura nycthemera*；A：红喉山鹧鸪 *Arborophila rufogularis*.

表 2　三种雉类取食地因子生态位宽度与重叠值

Tab. 2　Niche breadth and overlapping index of factors in foraging habitats among three pheasants

因子 Factor	黑颈长尾雉（*S*）			白鹇（*L*）		红喉山鹧鸪（*A*）
	生态位宽度 Niche breadth	生态位重叠指数 Overlapping index		生态位宽度 Niche breadth	生态位重叠指数 Overlapping index	生态位宽度 Niche breadth
		白鹇（*L*）	红喉山鹧鸪（*A*）		红喉山鹧鸪（*A*）	
海拔 AL（m）	0.77	0.66	0.47	0.50	0.75	0.51
坡向 AS	0.71	0.60	0.40	0.74	0.38	**0.84**
坡度 SL	0.63	0.53	0.47	0.49	0.56	**0.92**
距耕地距离 DCL（m）	*0.06*	0.97	**0.10**	0.18	0.13	**0.89**
距水源距离 DSW（m）	*0.06*	0.34	0.47	**0.89**	**0.06**	0.46
距空旷地距离 DOF（m）	0.64	**0.10**	0.72	0.75	0.38	0.18
距道路距离 DSR（m）	0.73	0.59	0.41	**0.82**	0.75	0.76
乔木平均胸径 ABDTT（cm）	0.47	0.72	0.22	0.63	0.13	0.34
乔木密度 TTD（棵/m²）	0.59	0.34	0.53	0.76	0.69	**0.83**
乔木层盖度 TTC	0.47	0.13	0.38	0.28	0.13	0.51
乔木平均高度 AHTT（m）	0.57	0.97	0.22	0.68	0.25	0.34
灌木密度 SD（棵/m²）	0.52	**0.03**	0.53	*0.01*	0.19	**0.85**
灌木平均高度 AHS（m）	*0.06*	**0.03**	0.59	0.63	0.19	0.75
灌木层盖度 SC	0.32	0.60	0.35	0.42	0.75	**0.84**
落叶层盖度 LLC	0.73	0.78	0.34	0.60	0.38	0.63
草本层盖度 HC	0.39	0.78	0.97	*0.01*	0.81	0.36
种子密度 SD（颗/m²）	*0.06*	0.97	0.91	0.18	0.94	0.34
土壤动物密度 DEA（条/m²）	**0.95**	0.81	0.71	**0.84**	0.90	0.77

因子缩写同表 1（Abbreviation is the same as Tab. 1）。
生态位宽度栏黑体字示数值大于 0.8 的因子，斜体示数值小于 0.1 的因子。
生态位重叠指数栏下划线示指数值大于或等于 0.5，且对应的生态位宽度值小于 0.5 的因子；黑体下划线示生态位重叠指数值小于或等于 0.1 的因子。
In niche breadth column, the bold shows factors whose value is bigger than 0.8 and the italic shows factors whose value is smaller than 0.1. In overlapping index columns, the underline shows factors whose value is bigger than or equal to 0.5 and corresponding value of niche breadth is smaller than 0.5; the bold and underline shows factors whose value is smaller than or equal to 0.1）

于或等于 0.1 的因子中，黑颈长尾雉与白鹇有取食地距空旷地距离、灌木密度和灌木高度 3 个因子；黑颈长尾雉与红喉山鹧鸪有距耕地距离 1 个因子；白鹇与红喉山鹧鸪有距水源距离 1 个因子（表 2）。

2.2　单因素方差分析结果

用单因素方差分析的最小显著差法（Least Significant Difference，LSD）计算结果表明，在取食地 18 个因子中，3 种雉类在坡向、乔木密度、草本层盖度、种子密度和土壤动物密度 5 个因子无差异；在距空旷地距离、距道路距离和灌木层盖度 3 个因子均有差异；而其余因子则是在不同的两个物种之间有差异。由此可见，3 种雉类间取食地因子差异状态大多呈镶嵌状态（表 3）。

2.3　主成分分析结果

黑颈长尾雉取食地前 7 个主成分的累计信息量达 85.626%；白鹇取食地前 6 个主成分的累计信息量达 86.028%；红喉山鹧鸪取食地前 5 个主成分的累计信息量达 79.005%。换句话说，在这 3 种雉类中分别第 5—7 个主成分即可解释影响它们取食地选择因素的近 80% 或以上（表 4）。所以，对 3 种雉类取食地因子进行的主成分分析大体上能够反映综合指标所隐含的信息。

黑颈长尾雉前 3 个主成分的累计贡献率为 46.728%，白鹇的为 57.070%，红喉山鹧鸪的为 60.536%，即影响这 3 种雉类取食地选择的因子主要集中于此。第一主成分中，相关系数在 0.600 以上的因子仅乔木层盖度一项，白鹇与红喉山鹧鸪呈重叠；乔木平均胸径和平均高度两项呈绝对值重叠（负值代表乔木平均胸径细，平均高度低）；其余相关系数超过 0.600 的因子均不重叠。第二主成分中，仅距空旷地距离和落叶层盖度两项在黑颈长尾雉与红喉山鹧鸪之间有重叠；距耕地距离黑颈长尾雉与白鹇呈绝对值呈重叠。在第三主成分中，3 种雉类无相关系数超过 0.600 的因子重叠（表 4）。

表 3 三种雉类单因素方差多重检验结果

Tab. 3 Multiple comparisons of One-way ANOVA among three pheasants

因子 Factor	物种 I	物种 J	平均值差 Mean difference (I－J)	标准误 Std. error	P	因子 Factor	物种 I	物种 J	平均值差 Mean difference (I－J)	标准误 Std. error	P
海拔 AL	S	L	－25.00	10.71	0.02*	乔木层盖度 TTC	S	L	－6.03	1.50	0.00*
		A	－32.56	10.71	0.00*			A	1.84	1.50	0.23
	L	A	－7.56	10.53	0.48		L	A	7.87	1.47	0.00*
坡向 AS	S	L	－35.91	36.20	0.76	乔木平均高度 AHTT	S	L	0.05	0.24	0.83
		A	－47.16	36.20	0.33			A	1.24	0.24	0.00*
	L	A	－11.25	35.61	0.99		L	A	1.19	0.24	0.00*
坡度 SL	S	L	4.65	1.98	0.00*	灌木密度 SHD	S	L	38.88	6.33	0.00*
		A	4.53	1.98	0.18			A	－9.37	6.33	0.54
	L	A	－0.13	1.95	1.00		L	A	－48.25	6.23	0.00*
距耕地距离 DCL	S	L	－20.47	25.45	0.18	灌木平均高度 AHS	S	L	0.15	0.06	0.02*
		A	－260.47	25.45	0.00*			A	0.16	0.06	0.04*
	L	A	－240.00	25.03	0.00*		L	A	0.01	0.06	1.00
距水源距离 DSW	S	L	－118.61	17.82	0.00*	灌木层盖度 SC	S	L	16.71	1.91	0.00*
		A	－17.05	17.82	0.37			A	6.53	1.91	0.03*
	L	A	101.56	17.53	0.00*		L	A	－10.18	1.88	0.00*
距空旷地距离 DOF	S	L	－45.66	6.96	0.00*	落叶层盖度 LLC	S	L	－2.43	1.97	0.22
		A	28.15	6.96	0.00*			A	－9.50	1.97	0.00*
	L	A	73.81	6.84	0.00*		L	A	－7.07	1.94	0.00*
距道路距离 DSR	S	L	9.83	2.49	0.00*	草本层盖度 HC	S	L	3.69	2.20	0.23
		A	14.21	2.49	0.00*			A	0.23	2.20	1.00
	L	A	4.38	2.45	0.08*		L	A	－3.46	2.16	0.23
乔木平均胸径 ABDTT	S	L	－0.68	0.68	0.32	种子密度 SD	S	L	－2.74	2.67	0.31
		A	4.53	0.68	0.00*			A	－2.68	2.67	0.32
	L	A	5.21	0.67	0.00*		L	A	0.06	2.63	0.98
乔木密度 TTD	S	L	－8.21	5.51	0.14	土壤动物密度 DEA	S	L	3.87	2.16	0.08
		A	－2.02	5.51	0.72			A	1.99	2.16	0.36
	L	A	6.19	5.42	0.26		L	A	－1.88	2.12	0.38

因子缩写同表 1 (Abbreviation is the same as Tab. 1)；平均值差的显著水平为 0.05 (The mean difference is significant at the 0.05 level)。

3 讨 论

3.1 生态位宽度与适应性

生态位宽度表示物种对资源利用的多样化程度，一定程度上也反映该物种的适应能力 (Zhu et al，1998)。生态位宽度值高的因子越多，该物种可利用的资源因子越多和适应范围越广，其适应能力也就越强。反之，生态位宽度值小的因子越多，该物种可利用的生态因子越专一和分布范围越狭窄，其对环境资源变化越敏感。黑颈长尾雉广适性取食因子 (生态位宽度值大于 0.8) 最少 (1 个)，白鹇次之 (3 个)，红喉山鹧鸪最多 (6 个)；黑颈长尾雉专一性取食地因子 (生态位宽度值小于或等于 0.1) 最多 (3 个)，白鹇次之 (2 个)，红喉山鹧鸪则没有 (表 2)。由此可见，黑颈长尾雉对取食地生态因子的要求最为苛刻，因而其适宜的取食地范围狭窄，潜在的分布范围不广。白鹇对人为干扰的适应能力较强，如取食地距水源和距道路距离的生态位宽度均大于 0.8，因此，对空间各资源等级利用的程度充分，其取食地选择范围较大。红喉山鹧鸪取食地的坡向、坡度、距耕地距离、乔木密度、灌木密度和灌木层盖度均为广适性因子，对这些环境资源的利用较宽。红喉山鹧鸪对取食地的乔灌木条件要求不高，抗人为干扰的能力也最强，故它潜在的取食地选择范围最广。

3.2 生态位重叠与竞争性

生态位重叠指数值大，说明物种间对资源的利用方式有较大的相似性；反之，则说明物种对资源的利用方式相似程度小。黑颈长尾雉与白鹇生态位重叠指数值大的因子数 (5 个) 多于与红喉山鹧鸪 (2 个) 和白鹇与红喉山鹧鸪 (4 个) (表 2)，意味着黑颈长尾雉与白鹇的潜在生态竞争最为强烈。同时，3 种雉类均在灌木及草本层盖度和种子密度 3 个因子出现了生态位高度重叠 (表 2)，说明它们之间取食地的竞争主要是对取食地内灌木、草本和种子密度的竞争，即对食物资源的竞争。有研究表

表 4 三种雉鸡取食地样地主成分分析结果比较

Tab. 4 Results comparison of principal component analysis for foraging plots among three pheasants

取食地因子 Factors in foraging plot	主成分 Principal components																				
	1			2			3			4			5			6			7		
	S	L	A	S	L	A	S	L	A	S	L	A	S	L	A	S	L	A	S	L	A
海拔 AL	-0.116	**-0.774**	0.286	**0.670**	0.380	-0.490	0.118	0.198	-0.361	-0.040	0.038	-0.061	-0.055	-0.002	0.566	0.010	0.231		0.668		
坡度 SL	0.004	0.073	0.432	-0.054	**-0.867**	0.456	**-0.867**	-0.193	0.283	-0.079	-0.003	0.488	-0.052	-0.024	-0.072	-0.001	0.038		0.138		
距耕地距离 DCL	0.288	-0.362	0.537	**0.800**	**-0.675**	0.303	-0.268	0.291	-0.071	-0.071	0.291	**0.699**	-0.037	-0.051	-0.132	0.021	0.061		-0.010		
距水源距离 DSW	**0.617**	-0.027	-0.520	-0.195	-0.225	0.197	0.364	0.345	-0.563	0.184	-0.421	-0.216	0.114	0.073	-0.368	0.465	**0.764**		0.160		
距空旷地距离 DOF	-0.431	**0.790**	-0.074	**0.789**	0.051	**0.774**	0.144	-0.250	-0.353	0.206	0.188	0.077	-0.149	-0.062	0.189	-0.046	0.280		-0.007		
距道路距离 DSR	0.378	0.033	**0.787**	-0.247	**0.690**	0.133	-0.271	-0.048	0.180	-0.225	0.616	0.022	0.092	-0.031	-0.133	0.098	-0.057		**0.743**		
乔木平均胸径 ABDTT	0.155	**0.876**	**-0.765**	-0.082	-0.048	-0.178	-0.007	-0.084	0.257	**0.931**	-0.107	0.275	0.199	0.215	-0.149	-0.057	-0.044		-0.170		
乔木密度 TTD	-0.285	-0.589	**0.825**	0.080	-0.014	-0.369	-0.034	0.502	0.072	-0.524	-0.416	-0.302	0.477	0.335	0.151	-0.476	0.002		-0.330		
乔木层盖度 TTC	-0.128	**0.823**	**0.779**	-0.003	0.301	-0.238	0.129	0.205	0.248	-0.033	0.088	0.252	-0.002	0.009	0.107	**0.911**	-0.122		0.045		
乔木平均高度 AHTT	-0.185	**0.927**	**-0.691**	0.132	-0.166	0.415	0.321	0.128	0.309	**0.672**	-0.057	-0.234	-0.370	0.049	0.106	0.368	0.152		-0.189		
灌木密度 SHD	**0.898**	-0.233	-0.284	-0.059	**0.709**	0.137	0.062	-0.202	-0.216	0.011	0.332	**0.775**	0.148	0.172	0.163	-0.187	-0.073		0.045		
灌木平均高度 AHS	0.113	0.040	**0.853**	0.060	0.175	-0.043	**0.809**	-0.018	-0.062	0.062	**0.922**	-0.151	-0.227	0.106	0.137	0.168	-0.094		0.061		
灌木层盖度 SC	**0.902**	-0.377	-0.062	-0.077	**0.651**	-0.248	-0.022	-0.326	**0.812**	0.007	0.160	-0.009	0.024	0.425	-0.013	-0.037	-0.034		-0.140		
落叶层盖度 LLC	-0.313	-0.011	-0.010	**0.839**	0.249	**0.891**	0.204	0.028	-0.007	-0.038	0.158	0.156	0.053	**0.891**	-0.105	-0.050	0.093		-0.138		
草本层盖度 HC	-0.095	0.471		0.319	-0.256		-0.493	-0.180		-0.124	0.443		**0.695**	-0.324		0.059	0.566		0.027		
种子密度 SD	-0.164	0.020	**-0.918**	0.135	-0.010	-0.185	0.382	**0.928**	-0.086	**0.622**	0.017	-0.092	-0.105	0.199	0.017	-0.476	0.211		0.170		
土壤动物密度 DEA	**-0.687**	-0.481	0.158	0.072	-0.034	0.067	-0.014	-0.022	0.198	-0.001	0.162	0.049	0.390	**-0.693**	0.834	-0.064	0.170		-0.310		
贡献率 Variance explained (%)	17.908	26.373	32.511	15.734	17.388	14.877	12.636	13.310	13.149	11.950	11.746	10.450	10.077	10.577	8.018	9.586	6.636		7.735		
累计贡献率	17.908			33.642			46.278			58.228			68.305			77.891			85.626		
Cumulative percentage (%)		26.373			43.760			57.070			68.815			79.392			86.028				
			32.511			47.388			60.536			70.986			79.005						

缩写同表 1 (Abbreviation is the same as Tab. 1)。

明，草本层或种子是雉类春季主要的食物来源(Shi & Zheng,1997;Yang et al,1999;Ding et al,2002;Xu et al,2002)。

种间生态位重叠，对资源利用方式相似，具潜在生态位竞争，但并不意味一定发生竞争。如果食物资源欠缺，同域分布鸟类就可能为食物资源发生竞争；但如果食物资源很丰富，不同鸟类就可以共同利用同一资源，容许较大的生态位重叠，且不给对方带来损害（ Zhou & Fang，2000)。因为物种间可以通过活动时间不同，或不同季节取食食物的不同部位以避免生态位的完全重叠(Jennifer & Benjamin,2001;Garcia & Arroyo,2005),也可以通过取食地区域（ 林型 ）的分化，取食地利用方式的分化等，避免生态位的重叠和种间竞争。3 种雉类呈同域分布，但单因素方差分析结果显示种间取食地因子差异呈镶嵌分布（ 表 4)，即种间生态位呈分化状态。

黑颈长尾雉与白鹇在距耕地距离、灌木层盖度、草本层盖度和种子密度因子上的生态位宽度较窄，均小于 0.5，而生态位重叠指数值又均大于 0.5，存在较大的生态位重叠（ 表 2)，说明两者在这 4 个因子中存在竞争；但白鹇距道路距离的生态位宽度为 0.82，距水源距离的生态位宽度为 0.89，较黑颈长尾雉的宽（ 表 2)。这一现象又表明，白鹇可能对取食地安全和水源条件要求不高，可以选择人为干扰较多、距道路较近（ 两者平均值相差 9.83 m ）的林缘生境或远离水源（ 两者平均值相差 118.61 m ）的林区作为取食地（ 表 3)，在一定程度上避免了与黑颈长尾雉的竞争。

黑颈长尾雉与红喉山鹧鸪在草本层盖度和种子密度因子上的生态位重叠指数值在 0.9 以上（ 表 2)。两者取食地都多选择草本层盖度和种子密度较大的生境，即选择食物资源较丰富的林分取食；但取食地其他因子的生态位重叠值均不高，尤其在距耕地距离因子的重叠指数值仅为 0.1。从而避开了在取食地食物资源上的竞争。此外，红喉山鹧鸪也可以牺牲取食地安全，把人为干扰较大（ 比黑颈长尾雉距道路更近的区域)，或距空旷地和耕地较近的林缘区作为取食地（ 表 3)，从而避免与黑颈长尾雉在取食地食物资源上的竞争。

白鹇与红喉山鹧鸪在草本层盖度、种子密度和土壤动物密度上的生态位重叠指数值较大；但两者在土壤动物密度上的生态位宽度均较大，即对土壤动物各资源等级利用宽广，说明它们主要在草本层和种子密度等食物资源上存在较大的竞争。由于两者广适性取食地因子较多（ 白鹇与红喉山鹧鸪分别为 3 个和 6 个)，它们对这些取食地因子的利用组合和选择取向多。从而弱化或避开了两者对取食地食物资源的竞争。

3.3 取食地分化与优先选择因子

虽然 3 种雉类取食地因子差异呈镶嵌分布，即种间生态位呈分化状态（ 表 3)，但不能反映不同种类在取食地选择时，优先选择的因子；相反，主成分分析可以反映。但值得注意的是，单因子方差分析中无差异的因子，也可能成为雉鸡在取食地选择时被优先选择的因子。

在进行主成分分析的 17 个因子中，相关系数在 0.600 以上的因子，在前 3 个主成分中涉及了 16 个（ 除草本层盖度)。如果将这些因子作综合比较，仅距空旷地距离和灌木层盖度两项在 3 种雉类均出现，但在每一种雉类中处于不同的主成分中，即影响程度不一。所以，3 种雉类的取食地是存在分化的，表现为因子的不同组合及各因子的重要程度不一。

对蓝马鸡（ *Crossoptilon auritum* ）的研究表明，乔木密度和盖度、灌木密度和盖度等隐蔽条件是影响其栖息地选择的重要因子（ Liu et al，2005)。据主成分分析结果，黑颈长尾雉、白鹇和红喉山鹧鸪均选择人为干扰小、林内隐蔽条件较好的区域作取食地（ 表 4)。因为可以通过选择有效避免捕食者的栖息环境来降低被捕食的风险（ Houtman & Dill，1998)，但它们在林型的选择中存在差异，以此对策避免相互之间的竞争。

黑颈长尾雉选择的取食地，首先是灌木盖度和密度大，距水源距离远，土壤动物密度小；其次是海拔高，距耕地和空旷地距离远，落叶层盖度大；再次是灌木平均高度高，但坡度小。对白颈长尾雉的研究表明，郁密的灌木层也可以提供一定的隐蔽条件，从而降低对乔木层的要求（ Ding et al，2001)。观察发现，当黑颈长尾雉被干扰时并不是马上逃逸，而是就近隐藏在茂密的灌木丛中，有效地避开干扰者，这样或许不需耗费逃逸所需付出的能量。

白鹇选择的取食地首先是乔木平均高度高，其胸径粗和盖度大（ 多在 80% 以上)，距空旷地距离远，海拔稍低；其次是灌木密度和盖度大，距道路

远，距耕地近，坡度小；再次是种子密度大。白鹇个体大，体色鲜艳，不易隐藏，较易被天敌发现。当它被林内的猫科动物或人干扰后，因运动能力较其他两种雉类强，可迅速逃离。而较大的乔木盖度可提高林内的隐蔽性，降低被猛禽类天敌的袭击和捕食几率（Liu et al，2005）。

红喉山鹧鸪选择的取食地首先是乔木密度和盖度大，但其胸径小和高度低，灌木高度高，距道路距离远，种子密度小；其次是距空旷地距离远，落叶层盖度大；再次是灌木盖度大。红喉山鹧鸪个体小，性二型不显，运动能力较弱，受到威胁时，并不是以逃逸避开威胁，而是安静地蜷缩在灌木丛或枯枝落叶下，凭借其体色与林内枯落叶颜色非常接近隐匿避敌。

致谢：本项目野外工作得到哀牢山国家自然保护区南华片管理所全体工作人员的协助，在此，一并表示衷心感谢！

参考文献：

Abrams P. 1980. Some comments on measuring niche overlap [J]. *Ecology*, **61**: 44-49.

Bagchi S, Goyal SP, Sankar K. 2003. Niche relationships of an ungulate assemblage in a dry tropical forest [J]. *J Mammal*, **84**: 981-988.

Bakaloudis DE, Vlachos C, Papageorgiou N, Holloway GJ. 2001. Nest-site habitat selected by short-toed eagles *Circaetus gallicus* in Dadia Forest (northeastern Greece) [J]. *Ibis*, **143**: 391-401.

Barbraud C, Lepley M, Mathevet R, Mauchamp A. 2002. Reedbed selection and colony size of breeding purple herons *Ardea purpurea* in southern France [J]. *Ibis*, **144**: 227-235.

Begon M, Harper JH, Townsend CR. 1990. Ecology: Individuals, Populations and Communities. 2nd ed [M]. Oxford: Blackwell Scientific Publications.

Chesson P, Huntly N. 1997. The roles of harsh and fluctuating conditions in the dynamics of ecological communities [J]. *Am Nat*, **150**: 519-553.

Denoel M, Schabetsberger R, Joly P. 2004. Trophic specialisations in alternative heterochronic morphs [J]. *Naturwissenschaften*, **91**: 81-84.

Ding P, Li Z, Jiang SR, Zhuge Y. 2002. Studies on the factors affecting patch use degree by Elliot's pheasant [J]. *J Zhejiang Univ* (*Science Edition*), **29** (1): 103-108. [丁　平，李　智，姜仕仁，诸葛阳. 2002. 白颈长尾雉栖息地小区利用度影响因子研究. 浙江大学学报（理学版），**29**（1）：103-108.]

Ding P, Yang YW, Li Z, Jiang SR, Zhu GY. 2001. Vegetation characteristics of habitats used by Ellont's pheasant [J]. *J Zhejiang Univ* (*Science Edition*), **28** (5): 557-562. [丁　平，杨月伟，李　智，姜仕仁，诸葛阳. 2001. 白颈长尾雉栖息地的植被特征研究. 浙江大学学报（自然科学版），**28**（5）：557-562.]

Ding P, Yang YW, Li Z, Jiang SR, Zhu GY. 2002. Studies on the selection of roosting sites of Elliot's pheasant [J]. *J Zhejiang Univ* (*Science Edition*), **29** (5): 564-568. [丁　平，杨月伟，李　智，姜仕仁，诸葛阳. 2002. 白颈长尾雉的夜宿地选择研究. 浙江大学学报（自然科学版），**29**（5）：564-569.]

Fowler J, Cohen L, Jarvis P. 1998. Practical Statistics for Field Biology. 2nd ed [M]. West Sussex: Open University Press.

Fox JW. 2004. Modelling the joint effects of predator and prey diversity on total prey biomass [J]. *J Anim Ecol*, **73**: 88-96.

Gao W, Li WC, Lv JD. 1997. The niches and competitions of three kinds of woodpeckers [J]. *J Northeast Normal Univ*, **1**: 78-81. [高　玮，李万超，吕杰娣. 1997. 三种啄木鸟的生态位和竞争. 东北师范大学学报，**1**：78-81.]

Garcia JT, Arroyo BE. 2005. Food niche differentiation in sympatric hen *Circus cyaneus* and Montagu's harriers *Circus pygargus* [J]. *Ibis*, **147**: 144-154.

Heezik YV, Seddon PJ. 1999. Seasonal changes in habitat used by Houbara Bustards *Chlamydotis* [*undulate*] *macqueenii* in northern Saudi Arabia [J]. *Ibis*, **141**: 208-215.

Houtman R, Dill LM. 1998. The influence of predation risk on diet selection: A theoretical analysis [J]. *Evol Ecol*, **12**: 215-256.

IUCN. 2006. 2006 IUCN Red List of Threatened Species [Z].

Jennifer CCN, Benjamin NS. 2001. Food habits and space use of gray foxes in relation to sympatric coyotes and bobcats [J]. *Can J Zool*, **79** (10): 1794-1800.

Lu TC. 1991. Chinese Rare and Endangered Wild Pheasant [M]. Fuzhou: Fujian Science and Technology Press. [卢汰春. 1991. 中国珍稀濒危野生鸡类. 福州：福建科学技术出版社.]

Liu ZS, Cao LR, Li ZG, Li T, Wang XM. 2005. Winter habitat selection of blue eared pheasant in Helan Mountain, China [J]. *Chn J Zool*, **40** (2): 38-43. [刘振生，曹丽荣，李志刚，李　涛，王小明. 2005. 贺兰山蓝马鸡越冬期栖息地的选择. 动物学杂志，**40**（2）：38-43.]

MacKinnon J, Phillips K, He FQ. 2000. A Field Guide to the Birds of China [M]. Changsha: Hunan Education Press, 32-35. [约翰·马敬能，卡伦·菲利普斯，何芬奇. 2000. 中国鸟类野外手册. 长沙：湖南教育出版社，32-35.]

May RM. 1973. Stability and Complexity in Model Ecosystems [M]. Princeton: Princeton University Press.

Munday PL, Jones GP, Caley MJ. 2001. Interspecific competition and coexistence in a guild of coral-dwelling fishes [J]. *Ecology*, **82**: 2177-2189.

Pfennig DW, Murphy PJ. 2003. A test of alternative hypotheses for character divergence between coexisting species [J]. *Ecology*, **84**: 1288-1297.

Pianka ER. 1981. Competition and niche theory [A]. In: May R. Theoretical Ecology: Principles and Applications [M]. Sunderland: Sinauer Associates.

Schoener TW. 1968. The Anolis lizards of Bimini: Resource partition in a complex fauna [J]. *Ecology*, **49**: 704-726.

Shi JB, Zheng GM. 1997. The seasonal changes of habitats of Elliot's pheasant [J]. *Zool Res*, **18** (3): 275-283. [石建斌，郑光美. 1997. 白颈长尾雉栖息地的季节变化. 动物学研究，**18**（3）：275-283.]/

Siemers BM, Schnitzler HU. 2004. Echolocation signals reflect niche differentiation in five sympatric congeneric bat species [J]. *Nature*, **429**: 657-661.

Sun QH, Zhang ZW, Zhu JG, Gao ZH. 2002. Roosting behavior and factors affecting roost-site used by Reeve's pheasant (*Syrmaticus reevesii*) in winter [J]. *J Beijing Normal Univ* (*Natural Science*), **38** (1): 108-112. [孙全辉，张正旺，朱家贵，高振建. 2002. 白冠长尾雉冬季夜栖行为与夜栖地利用影响因子的研究. 北京

师范大学学报(自然科学版),**38**(1):108-112.]

Svenning JC. 1999. Microhabitat specialization in a species-rich palm community in Amazonian Ecuador [J]. *J Ecol*, **87**: 55-65.

Tilman D. 1982. Resource Competition and Community Structure [M]. Princeton: Princeton University Press.

Tschapka M. 2004. Energy density patterns of nectar resources permit coexistence within a guild of Neotropical flower-visiting bats [J]. *J Zool London*, **263**: 7-21.

Wang YK. 2000. Integrated Investigation Report on Dazhongshan Provincial Natural Reserve, Nanhua County [Z]. Nanhua: Nanhua Forest Bureau. [王裕康. 2000. 南华大中山省级自然保护区综合考察报告. 南华:南华县林业局.]

Xu JL, Zhang XH, Zhang ZW, Zheng GM. 2002. Brood habitat characteristics of Reeve's pheasant (*Syrmaticus reevesii*) in Dongzhai National Nature Reserve [J]. *Zool Res*, 23(6): 471-476. [徐基良,张晓辉,张正旺,郑光美. 2002. 白冠长尾雉育雏期的栖息地选择. 动物学研究,**23**(6):471-476.]

Yang YW, Ding P, Jiang SR, Zhuge Y. 1999. Factors affecting habitat used by Elliot's pheasant (*Symaticus ellioti*) in mixed coniferous and broadleaf forests [J]. *Acta Zool Sin*, **45**(3): 279-286. [杨月伟,丁　平,姜仕仁,诸葛阳. 1999. 针阔混交林内白颈长尾雉栖息地利用的影响因子研究. 动物学报,**45**(3):279-286.]

Young L, Zheng GW, Zhang ZW. 1991. Winter movements and habitat use by Cabot's tragopan in southeastern China [J]. *Ibis*, **133**(2): 121-126.

Zhang FC, Zheng GM, Zhou XP. 1997. The interspecific relationship between *Tragopan temminckill* and other birds-with the guild structure method [J]. *J Beijing Normal Univ* (*Natural Science*), **33**(3): 403-408. [张福成,郑光美,周小平. 1997. 红腹角雉与其它鸟类种间关系研究. 北京师范大学学报,**33**(3):403-408.]

Zheng GM, Wang QS. 1998. China Red Data Book of Endangered Animals: Aves [M]. Beijing: Science Press, 180-181. [郑光美,王岐山. 1998. 中国濒危动物红皮书——鸟类. 北京:科学出版社,180-181.]

Zhou F, Fang HL. 2000. On the interspecific niche relationship between two species of wrenwarbler [J]. *Zool Res*, **21**(1): 52-57. [周放,房慧伶. 2000. 两种鹪莺的种间生态位关系研究. 动物学研究,**21**(1):52-57.]

Zhu X, Zhang LX, Liang J, Xuan ZC. 1998. Spatial niche and interspecific relationships of Ardeidae birds in Taigongshan hill, Zhejiang [J]. *Zool Res*, **19**(1): 45-51. [朱　曦,章立新,梁　峻,宣志灿. 1998. 鹭科鸟类群落的空间生态位和种间关系. 动物学研究,**19**(1):45-51.]

本刊编委计翔教授简介



计翔教授

计　翔,男,汉族,1963年生,浙江杭州人。1984、1989、2000年分别获理学学士(杭州师范学院)、硕士(华东师范大学)和博士(中国科学院动物研究所)学位,在西班牙Oviedo大学、Alicante大学、新加坡南洋理工大学等院校做访问学者和客座研究员近三年。

1984年参加工作,1996年晋升教授。1993—2004年历任杭州师范学院生物系副系主任、系主任、生命科学学院院长。1997年评为浙江省"151"人才和杭州市"131"人才第一层次培养人选,同年被评为浙江省高校中青年学科带头人,2003年被评为浙江省高校中青年学科带头人重点资助人员。动物科学与技术杭州市重点实验室主任,浙江省动物学重点学科学术带头人,浙江省生物基础课实验教学示范中心主任。中国动物学会两栖爬行动物分会理事长,中国生态学会动物生态学专业委员会副主任委员,浙江省动物学会副理事长。《动物学报》、《动物学研究》、《动物学杂志》、*Asiatic Herpetological Research* 等刊编委。2004年受聘担任南京师范大学特聘教授、博士生导师,同年被评为江苏省"青蓝工程"学术带头人。1998年获教育部"全国优秀教师"称号,2001年获教育部和人事部颁授的"全国模范教师"省部级劳动模范奖章。

从事动物生理生态学和进化生态学方向科学研究,先后主持五项国家自然科学基金项目、三项浙江省自然科学基金项目(含青年人才专项)、两项教育部基金项目,承担两项分别由欧共体和西班牙科教部资助的国际合作项目等主要科研项目。在核心刊物以上国内外学术期刊发表论文105篇(其中SCI论文46篇),主编著作1部,发表论文近年来被43种国外期刊SCI他引136次。有关爬行动物腹腔容纳量和生境利用对繁殖输出的影响、生活史特征变异的地理格局和遗传相关性、后代形态特征和功能表现的表型可塑性、后代数量和大小的实验操纵等方面的研究和实验设计有一定的原创性。